

PROCJENA BIODIVERZITETA VODENIH MAKROBESKIJ; MENJAKA
ZA NOVU TRASU DIONICE MATEŠEVO-ANDRIJEVICA
POD-DIONICA: TREŠNJEVIK TUNEL – ANDRIJEVICA

Oktobar-Novembar 2024

Vodeći ekspert:

dr Miloje Sundić

dr Vladimir Pešić

15. novembar 2024.

I UVOD

TEBRD Banka je angažovala PASECO S.P. Ltd, Grčka (u daljem tekstu: "Vodeći Konsultant") za pružanje konsultantskih usluga i realizaciju projekta "Crna Gora: Izgradnja autoputa Bar-Boljare – Ekološka i socijalna projena" (u daljem tekstu: "Projekat"), u skladu sa EBRD Zahtjevima Performansi. Kao dio Projekta, u periodu od 2019-2021 sprovedena je procjena biodiverziteta za dionicu Mateševo-Andrijeva. Procjena biodiverziteta za potrebe Projekta pokrila je sljedeće aspekte

- Staništa i floru
- Slijepce miševske i ostale sisare
- Ihtiofaunu i bentičku faunu
- Vodozemce i gmizavce
- Ornitofaunu

Zbog nedavnih promjena idejnog projekta za potez od približno 12 km trase od ulaska tunela Trešnjevik do Andrijevice, postalo je neophodno sprovesti dodatnu procjenu biodiverziteta za ovu novu trasu, Trešnjevik- Andrijeva (u daljem tekstu: "Pod-Projekat"). Da bi se Pod-Projekat sproveo, Vodeći Konsultant je angažovao E3 Consulting Ltd. Crna Gora (u daljem tekstu: "Lokalni konsultant") kako bi sakupio lokalni tim biologa i obezbijedio ključne nalaze. Pod-Projekat je sproveo multidisciplinarni tim nacionalnih eksperata u periodu oktobar–novembar 2024, uključujući rad na terenu i izvještavanje u skladu sa metodologijom koju je obezbijedio Vodeći konsultant. Pod-Projekat je pokrio sljedeće aspekte biodiverziteta:

- Flora i staništa
- Slijepci miševi
- Sisari
- Ornitofauna
- Ihtiofauna i bentička fauna
- **Kopneni beskičmenjaci**
- Vodeni makrobekičmenjaci
- Vodozemci i gmizavci

Pod-Projekat je uključivao sljedeće zadatke:

1. Brzi pregled snimanja obavljenih u okviru idejnog rješenja/idejnog projekta (za staru trasu) za Pod-dionicu (izvršenih 2019-2021). Ova snimanja pokrila su:

- a. Staništa i floru
- b. Slijepe miševе i ostale sisare
- c. Ihtiofaunu i bentičku faunu
- d. Vodozemce i gmizavce
- e. Ornitofaunu

Lokalni konsultant će procijeniti zone koje su istraživane tokom snimanja 2019-2021 (npr. snimanja flore i vegetacije (staništa) uključivala su 500m na lijevo i desno od planiranog Projekta) sa novom trasom. Cilj je da se iskaže ekspertsko mišljenje o stepenu u kojem prethodna snimanja pokrivaju novu trasu i odredi stepen nove kampanje

2. Za odlike biodiverziteta (od (a) do (e) iznad), za koje se procjenjuje da nova trasa nije pokrivena prethodnim snimanjima, Lokalni konsultant će sprovesti dodatna nimanja, kao što slijedi:

- i. Mjerenja će biti sprovedena do kraja oktobra 2024
- ii. Predviđeno je pet dana na terenu
- iii. Snimanje će pratiti istu metodologiju kao u istraživanju 2019-2021

3. Izrada nacrtā izvještaja sa nalazima. Izvještaj će imati glavnu strukturu kao i prethodna snimanja i imaće dovoljno detalja kako bi ispoštovao EBRD ESP zahtjeve. Izvještaj će uključiti :

- i. Bibliografske podatke o biodiverzitetu u zoni nove trase
- ii. Period snimanja i korišćenu Metodologiju
- iii. Nalaze snimanja
- iv. Procjenu statusa zaštite staništa/vrsta na osnovu zakonodavstva EU, međunarodnih sporazuma i nacionalnog zakonodavstva
- v. Značajan uticaj strukture autoputa na staništa i vrste i predlog relevantnih mjera za ublažavanje
- vi. Mape i foto dokumentaciju

Pod-Projekat je rezultirao predajom osam odvojenih izvještaja, praćenih pomoćnim kartama i foto dokumentacijom, detaljno navodeći aspekte biodiverziteta povezane sa Pod-Projektom, sa fokusom na nalaze jesenjeg istraživanja

II BIBLIOGRAFSKI PODACI O BIODIVERZITETU U ZONI NOVE TRASE

Makrozoobentos se često koristi kao kvalitativni biološki indikator za procjenu uslova slatkovodnog ekosistema i ocjenu antropogenih uticaja na vodu. Pored faktora specifičnih za stanište, širi ekološki uticaji, poput obalne vegetacije, korišćenja zemljišta i sjenčenja, igraju značajnu ulogu u oblikovanju ovih zajednica. Životni ciklusi organizama makrozoobentosa adaptirali su se na staništa koja naseljavaju, a sastav podloge i struktura značajno utiču na diverzitet vrsta, njihovo obilje i distribuciju u različitim mikro staništima. Proučavanje makrozoobentos zajednica je ključno za razumijevanje uticaja hidromorfoloških promjena na vodene eko sisteme.

Makrozoobentos se odnosi na sve vodene beskičmenjake koji žive na dnu koji ne mogu da prođu kroz mrežu čiji otvori su približnog prečnika 100 do 500 μm . Ova grupa uključuje različiti raspon organizama koji se nalaze širom različitih vodenih staništa. Promjene u kvalitetu ovih staništa različito utiču na makrozoobentos, jer pokazuju različite nivoe tolerancije na pomjeranja hidromorfoloških elemenata, fizičkih i hemijskih parametara, sastava supstrata i njegove strukture, i prisustvo algi i vodenih makrofita. Prisustvo ili odsustvo naročitih vrsta makrozoobentosa mogu da ukažu na zdravlje vodenog tijela. Analiziranjem sastava i strukture makrozoobentos zajednica, moguće je procijeniti ekološke pritiske koji utiču na te organizme.

Fauna makrobeskičmenjaka proučavanog područja ostaje slabo razumljiva (Malicky 1981, Oláh 2010, 2017), i neophodna je inventura osnovnih vrsta. Dvije vrste mušice roda *Drusus* (*D. siveci* i *D. krusniki*), koje naseljavaju prolječna staništa i prvi red planinskih potoka, originalno su opisane iz potoka Gnjlji Potok (Oláh 2017).

Za potrebe Pod-Projekta, u oktobru 2024 je izvršeno snimanje biodiverziteta kako bi se procijenili potencijalni uticaji na zajednice makrozoobentosa u Kraštica Rijeci i Gnjlom potoku.

Ovaj izvještaj ocjenjuje da li izgradnja budućeg autoputa predstavlja prijetnju po bentičku zajednicu, uključujući status, opstanak ili očuvanje posebno zaštićenih ili ugroženih vrsta. Uzorci su sakupljeni sa pet mjesta uzorkovanja u okviru istraživanih vodenih tijela.

III PERIOD SNIMANJA I METODOLOGIJA

3.1. Uzorkovanje bentičkih kičmenjaka, sortiranje i identifikacija

Kvantitativno uzorkovanje faune makrobeskičmenjaka obavljeno je na četiri odabrana lokaliteta u okviru planirane zone uticaja autoputa (Slika 1) korišćenjem Surberove mreže, prateći metode opisane kod Pešić i Tomović (2009). Za dodatnu kvalitativnu analizu, korišćena je ručna mreža. Sakupljeni uzorci čuvani su u 95% alkohola i naknadno transportovani u laboratoriju, gdje su bentički makrobeskičmenjaci identifikovani i pobrojani iz kvantitativnih uzoraka pod Stemi 2000-C stereomikroskopom. Uzorci su sačuvani u kolekciji Odsjeka za biologiju, Univerziteta Crne Gore.

Za procjenu kvaliteta vode, primijenjen je EPT Indeks (%EPT). Ovaj indeks, koji se obično koristi za procjenu nivoa organskog zagađenja (Resh & Jackson, 1993), zasniva se na relativnom broju Ephemeroptera, Plecoptera, i Trichoptera (EPT) vrsta, koje su generalno osjetljive na organske zagađivače i, stoga, pouzdani pokazatelji kvaliteta vode. EPT Indeks bogatstva obezbjeđuje procjenu kvaliteta vode: vrijednosti iznad 50% ukazuju na dobar kvalitet, vrijednosti između 50% i 25% ukazuju na umjereni kvalitet, a vrijednosti ispod 25% ukazuju na slab kvalitet. Pored toga, izračunat je procenat Hironomida (biljnih komaraca) (% Hironomidi), kako je ova grupa manje osjetljiva na ekološke promjene (Plafkin i ostali, 1989). Uzorci sa preko 50% biljnih komaraca tipično ukazuju na eutrofične uslove.

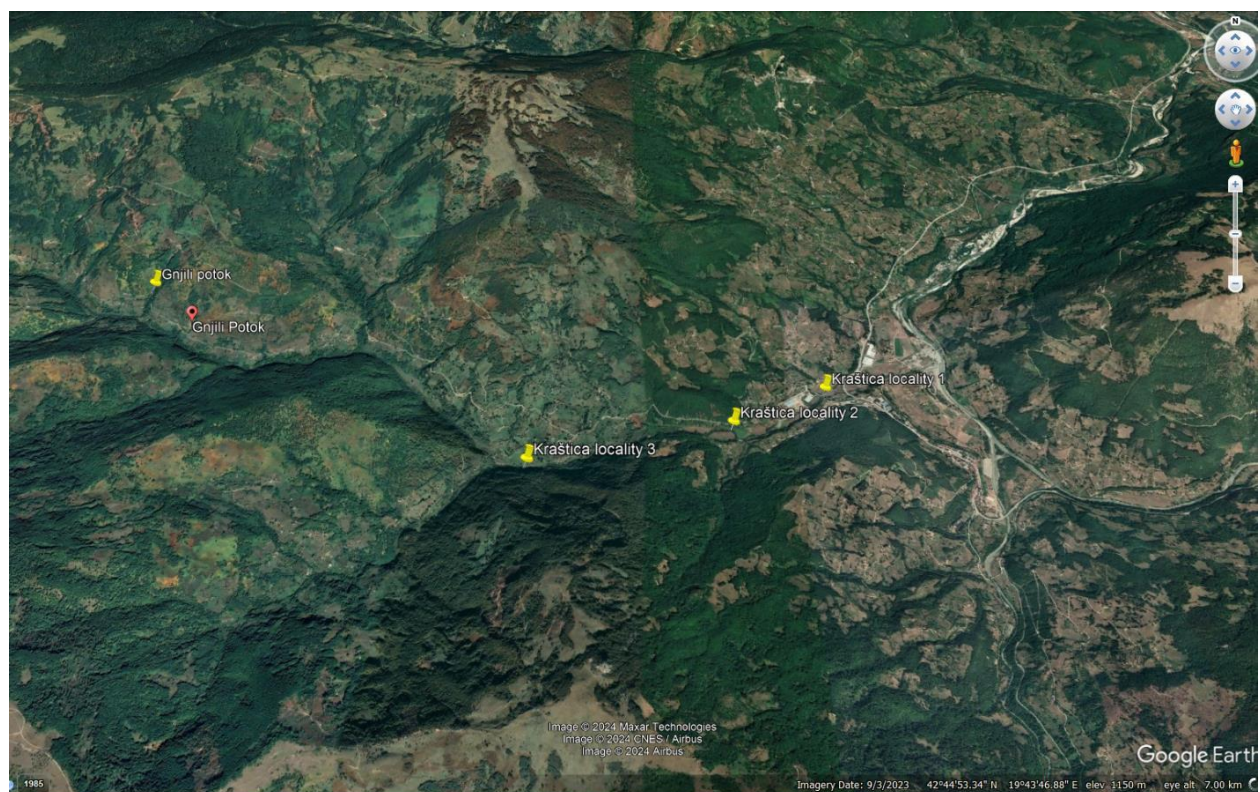
3.2. Područje istraživanja

Pejzaž Crne Gore je pretežno brdovit i planinski, prikazuje složene geomorfološke karakteristike i nadmorske visine koje se kreću od nivoa mora do 2,500 metara iznad nivoa mora. U smislu vodenih resursa po kvadratnom metru, Crna Gora je svrstana među najvećima u Evropi i globalno. Samo rijeke Piva i Tara daju doprinos od skoro 40% ukupnoj zapremini vode rijeke Drina, uprkos tome što čine samo 20% njene slivne površine. Uključujući doprinose od rijeka Lim i Ćehotina, koje također potiču iz Crne Gore, ova vodna tijela zajedno čine približno 63% protoka Drine na njenom ušću u rijeku Savu.

Crna Gora prvenstveno služi kao gornji sliv; više od 95% njenog površinskog i podzemnog toka potiče unutar njenih granica, dok samo 5% čine prelazne vode. Crnogorski hidrološki sistem podijeljen je između sliva Crnog mora (7,260 km² ili 52.5%) i sliva Jadranskog mora (6,267 km² ili 47.5%). Ključne crnogorske rijeke koje se ulivaju u sliv Crnog mora uključuju Pivu, Taru, Lim, Ćehotinu i Ibar, dok su one koje se ulivaju u sliv Jadranskog mora Morača, Zeta, i Bojana. Značajni dijelovi ovih voda ispuštaju se u Jadransko ili Crno more kroz susjedne zemlje, kao što je slučaj sa Pivom, Tarom, Limom, Ćehotinom, Ibrom i Bilećkim jezerom koje se djelimično nalazi u Crnoj Gori (Radunović, 2008).

Rijeka Lim, najveća pritoka rijeke Drine, ima svoj gornji sliv u Crnoj Gori, a njegov srednji i donji sliv se protežu na Srbiju i Bosnu i Hercegovinu. Pokrivajući slivno područje od 5,785 km² (od kojih se 115 km² nalazi u Albaniji), glavne pritoke rijeke Lim su Zlorečica, Šekularska, Ljuboviđa, Lješnica, Bjelopoljska Bistrica, Mileševka, i Beranska Bistrica.

Kao dio ove studije, terensko istraživanje se fokusiralo na pritoke Krašnice i Gnjiлог potoka kako bi se procijenili potencijalni ekološki uticaji.



Slika 1. Istraživana mjesta uzorkovanja u Kraštici (L1, L2, L3) i Gnji Potoku (L4)

Tabela 1. Karakteristike istraživanih mjesta uzorkovanja (rst—stijene i kamenje; st—stijene, gp—šljunak, oblutak; s—pijesak; m—blato; d—istrošeni kamen).

MJESTA UZORKOVANJ A	KOORDINATE	TIP SUPSTRATA (PIJESAK, STIJENE, ITD.)	BRZINA PROTOKA VODE (SREDNJA, VISOKA, NISKA)	SOCIO- EKONOMSKA AKTIVNOST
L1 - KRAŠTICA	42°44'20.75"N 19°46'50.89"E	st – 40%, gp – 30%, s – 20%, m – 10%	LOTIČNI EKOSISTEM, SREDNJA	URBANO PODRUČJE
L2 KRAŠTICA -	42°44'8.81"N 19°46'19.03"E	rst–15%, st – 35%, gp – 15%, s – 20%, m – 10%, d– 5%	LOTIČNI EKOSISTEM, SREDNJA	RURALNO PODRUČJE
L3 KRAŠTICA -	42°43'56.26"N 19°45'12.75"E	rst – 10%, st – 20%, gp – 30%, s–30%, m–10%	LOTIČNI EKOSISTEM, VISOKA	RURALNO PODRUČJE
L4 – GNJILI POTOK		rst–5%, st – 25%, gp – 20%, s – 50%	LOTIČNI EKOSISTEM, SREDNJA DO VISOKA	RURALNO PODRUČJE

3.3 Metode analize podataka

1) EPT Indeks (Plafkin i ostali, 1989) - Indeks Ephemeroptera, Plecoptera, i Trichoptera (EPT)

prikazuje bogatstvo taksona u okviru grupa insekata koje se smatraju osjetljivima na zagađenje i stoga ga treba povećati povećanjem kvaliteta vode. EPT indeks se obračunava kao % jedinki u uzorku koje pripadaju redovima vodenih insekata Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera.

% EPT obilje = Ukupan broj EPT jedinki / Ukupan broj jedinki u cijelom uzorku

Tabela 2. Referentna vrijednost za EPT Indeks

EPT indeks	
Vrijednost indeksa	Kvalitet vode
> 50%	dobar
25 – 50%	umjeren
< 25%	slab

2) Odnos Ephemeroptera, Plecoptera, i Trichoptera i Hironomidi (EPT/C) Obilje EPT i Hironomidi je pokazatelj balansa bentičke zajednice, jer se EPT smatraju mnogo osjetljivijim a Hironomidi manje osjetljivim na ekološki stres (Plafkin i ostali, 1989). Jednaka distribucija među ove četiri grupe ukazuje na zajednicu koja je dobrog biotičkog stanja, dok visoke brojke Hironomidi u zajednici mogu da ukažu na ekološki stres (Plafkin i ostali, 1989). EPT/C indeks se obračunava dijeljenjem zbira ukupnog broja Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera jedinki sa ukupnim brojem jedinki Hironomidi.

3) Porodični biotički indeks (FBI) (Hilsenhoff, 1982)

$$FBI = \sum (x_i \times t_i) / n$$

x_i – broj jedinki u okviru taksona

t_i – vrijednost tolerancije taksona

n – ukupan broj organizama u uzorku

FBI se obično koristi za procjenu organskih zagađivača u vodi, ali se također može primjenjivati na toksične zagađivače.

Tabela 3. Referentna vrijednost za Porodični biotski indeks

Porodični biotski indeks		
Vrijednost indeksa	Kvalitet vode	Stepen organskog zagađenja
0.00–3.50	Odličan	Nema očiglednog organskog zagađenja
3.51–4.50	Veoma dobar	Moguće blago organsko zagađenje
4.51–5.50	Dobar	Vjerovatno neko organsko zagađenje
5.51–6.50	razuman	Prilično značajno organsko zagađenje
6.51–7.50	Prilično slab	Vjerovatno značajno zagađenje
7.51–8.50	Slab	Vjerovatno veoma značajno organsko zagađenje
8.51–10.0	Veoma slab	Vjerovatno ozbiljno organsko zagađenje

4) Radna Grupa za Biološko Praćenje (BMWP) (Friedrich i ostali, 1996)

Rezultat Radne grupe za biološko praćenje (BMWP) obezbjeđuje pojedinačne vrijednosti, na nivou porodice, koje predstavljaju toleranciju organizama na zagađenje; što je veća njihova tolerancija zagađenja, to im je niži BMWP rezultat. BMWP je izračunat dodavanjem pojedinačnih bodova svih porodica i podklase Oligochaeta koje su zastupljene u zajednici. BMWP indeks se obračunava sabiranjem vrijednosti svakog taksona prisutnog u uzorku. Vrijednosti tolerancije za svaki takson uzete su iz SNIFFER WFD72A: Revizija i ispitivanje BMWP rezultata.

Tabela 4. Referentne vrijednosti za BMWP indeks

BMWP indeks	
Vrijednost indeksa	Kvalitet vode
> 151	Veoma čista
100–150	Čista
51–99	Umjerena
16–50	Zagađena
0–15	Veoma zagađena

5) Prosječan rezultat po taksonu (ASPT) (Armitage i ostali, 1983), (Friedrich i ostali, 1996)

Prosječan rezultat po taksonu (ASPT) predstavlja prosječan rezultat tolerancije svih taksona u okviru zajednice i izračunat je dijeljenjem BMWP brojem porodica zastupljenih u uzorku.

ASPT=BMWP rezultat/broju porodica**Tabela 5.** Referentne vrijednosti za ASPT indeks

ASPT index	
Vrijednost indeksa	Biološki kvalitet vode
> 5.41	Odličan
4.81–5.40	Veoma dobar
4.21–4.80	Dobar
3.61–4.20	Srednji
3.01–3.60	Slab
< 3	Veoma slab

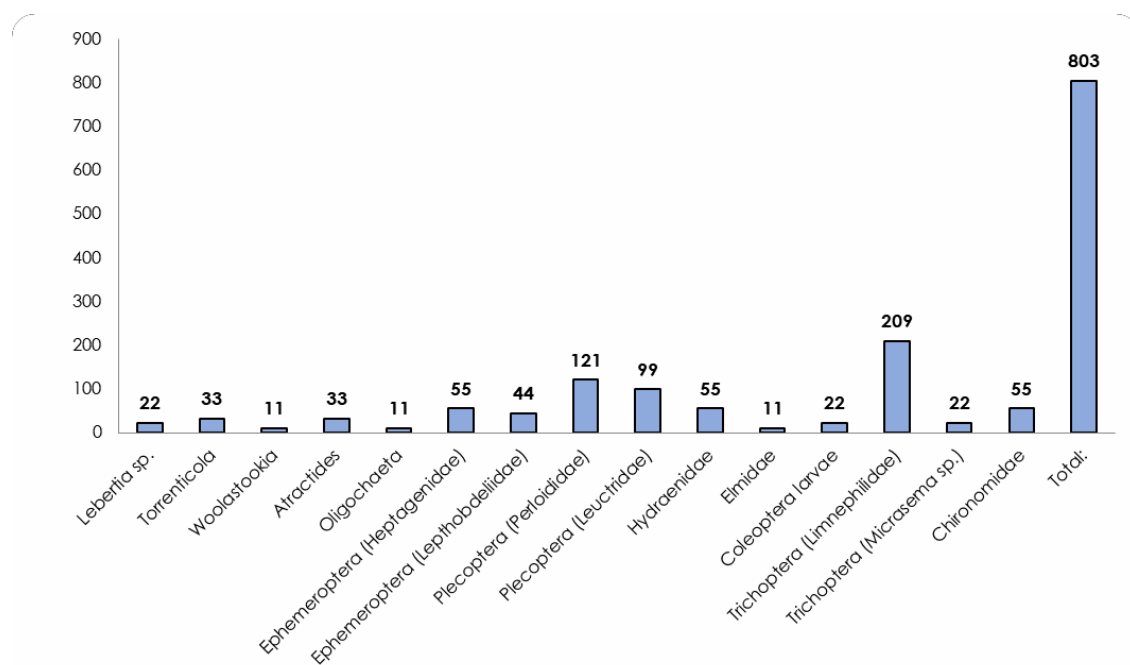
IV KLJUČNI NALAZI ISTRAŽIVANJA**Kvalitativna i kvantitativna analiza bentičke zajednice****Mjesto uzorkovanja L1 – Kraštica potok**

Obilje zajednice makrobeskičmenjaka u Kraštica potoku na lokalitetu 1 u oktobru 2024 bilo je 803 jedinice po kvadratnom metru (Tabela 6). Generalno niže obilje u poređenju sa ostalim vodotokovima u Sjevernoj Crnoj Gori (vidi Pešić i ostali 2020 radi pregleda) vjerovatno je nastalo zbog perioda uzorkovanja (kraj oktobra 2024) i većeg nivoa vode u potoku, što direktno utiče na obilje makrobeskičmenjaka.

Na istraživanoj lokaciji, Trichoptera je bila dominantna grupa, sa brojem od 231 jedinke po kvadratnom metru, nakon nje je slijedila Plecoptera sa 220 jedinki po kvadratnom metru. Pored toga, Ephemeroptera (99 jedinki po kvadratnom metru) i Hydrachnidia (69 jedinki po kvadratnom metru) je također bila prisutna u značajnim brojevima.

Tabela 6. Kvalitativni-kvantitativni sastav zajednice makrobeskičmenjaka na lokalitetu Kraštica potoka– L1 (oktobar 2024)

Takson	jedinki/m ²
<i>Lebertia</i> sp.	22
<i>Torrenticola</i>	33
<i>Woolastookia</i>	11
<i>Atractides</i>	33
Oligochaeta	11
Ephemeroptera (Heptagenidae)	55
Ephemeroptera (Leptobdelliidae)	44
Plecoptera (Perlidae)	121
Plecoptera (Leuctridae)	99
Hydraenidae	55
Elmidae	11
Coleoptera larvae	22
Trichoptera (Limnephilidae)	209
Trichoptera (<i>Micrasema</i> sp.)	22
Hironomidi	55
UKUPNO:	803
EPT %	68.5%
%Hironomidi	6.8%



Slika 2. Kvantitativni sastav zajednice makrobeskičmenjaka na lokalitetu Kraštica potok (ind/m²)– L1 (oktobar 2024)

Visoka vrijednost rezultata EPT indeksa (68.5%) ukazuje na dobar kvalitet vode u rijeci Kraštica na mjestu uzorkovanja 1.

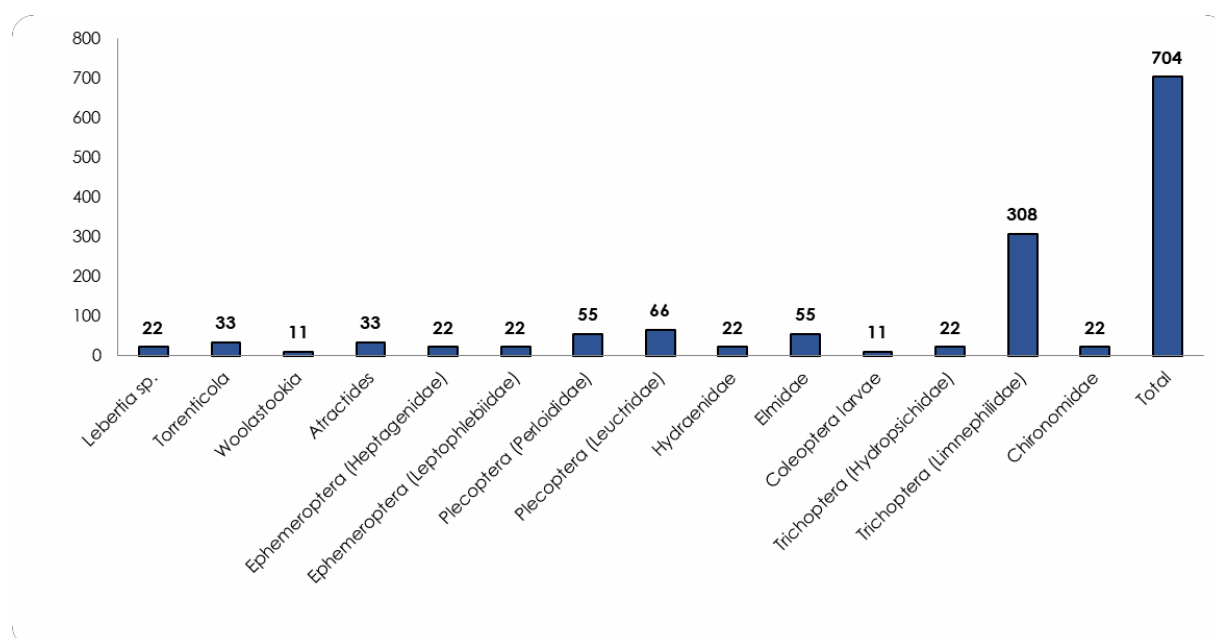
Mjesto uzorkovanja L2 – Kraštica potok

Broj zajednice makrobeskičmenjaka u rijeci Kraštica na lokalitetu 2 u oktobru 2024 bio je 704 jedinki po kvadratnom metru (Tabela 7). Slično prethodnom mjestu uzorkovanja, generalno niži broj u poređenju sa drugim vodotocima u Sjevernoj Crnoj Gori (vidi Pešić i ostali 2020 radi pregleda) pripisuje se periodu uzorkovanja (kraj oktobra 2024) i većim nivoom vode u potoku, od čega obje stvari direktno utiču na broj makrobeskičmenjaka.

Trichoptera je bila dominantna grupa, sa brojem od 330 jedinki po kvadratnom metru, poslije nje Plecoptera, koja je takođe bila brojna sa 121 jedinkom po kvadratnom metru, i Hydrachnidia sa 99 jedinki po kvadratnom metru.

Tabela 7. Kvalitativno-kvantitativni sastav makrobeskičmenjaka na lokalitetu Kraštica potoka– L2 (oktobar 2024)

Takson	jedinki/m ²
<i>Lebertia</i> sp.	22
<i>Torrenticola</i>	33
<i>Woolastookia</i>	11
<i>Atractides</i>	33
Ephemeroptera (Heptagenidae)	22
Ephemeroptera (Leptophlebiidae)	22
Plecoptera (Perlodidae)	55
Plecoptera (Leuctridae)	66
Hydraenidae	22
Elmidae	55
Coleoptera larvae	11
Trichoptera (Hydropsichidae)	22
Trichoptera (Limnephilidae)	308
Hironomidi	22
UKUPNO:	704
EPT %	70.3%
%Hironomidi	3.1%



Slika 3. Kvantitativni sastav makrobeskičmenjaka na lokalitetu Kraštica potoka (jedinka/m²) – L2 (oktobar 2024)

Visoka vrijednost rezultata EPT indeksa (70.3%) pokazatelj je dobrog kvaliteta vode u rijeci Kraštica na mjestu uzorkovanja 2.

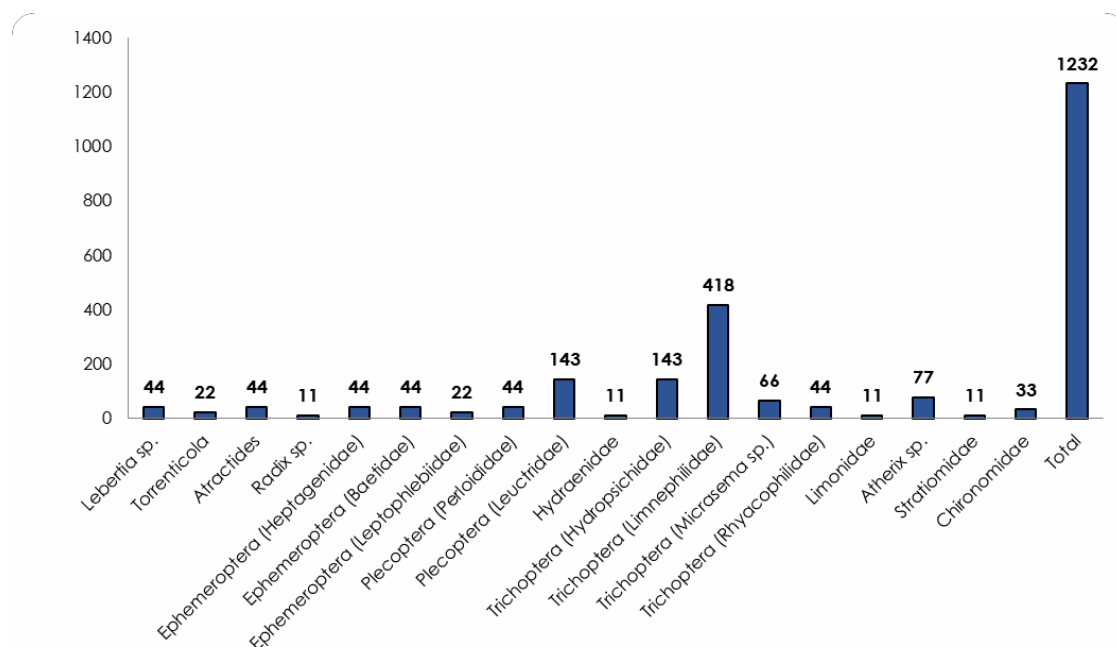
Mjesto uzorkovanja L3 – Kraštica potok

Broj skupina makrobeskičmenjaka u Kraštica potoku na lokalitetu 3 u oktobru 2024 bio je 1232 jedinke/m² (Tabela 8).

Predstavnici Trichoptera su dominirali kvantitativno sa brojem od 671 jedinke/m². Predstavnici Plecoptera su takođe bili brojni, sa brojem od 187 jedinki/m², kao i predstavnici Hydrachnidia (110 jedinki/m²).

Tabela 8. Kvalitativno-kvantitativni sastav makrobeskičmenjaka na lokalitetu Kraštica potoka – L3 (oktobar 2024)

Takson	jedinka/m ²
<i>Lebertia</i> sp.	44
<i>Torrenticola</i>	22
<i>Atractides</i>	44
<i>Radix</i> sp.	11
Ephemeroptera (Heptagenidae)	44
Ephemeroptera (Baetidae)	44
Ephemeroptera (Leptophlebiidae)	22
Plecoptera (Perlidae)	44
Plecoptera (Leuctridae)	143
Hydraenidae	11
Trichoptera (Hydropsichidae)	143
Trichoptera (Limnephilidae)	418
Trichoptera (Micrasema sp.)	66
Trichoptera (Rhyacophilidae)	44
Limonidae	11
<i>Atherix</i> sp.	77
Stratiomidae	11
Hironomidi	33
Ukupno:	1232
EPT %	78.6%
%Hironomidi	2.7%

**Slika 4.** Kvantitativni sastav makrobeskičmenjaka na lokalitetu Kraštica potoka (jedinki/m²) – L3 (oktobar 2024)

Visoka vrijednost rezultata EPT indeksa (78.6%) pokazatelj je dobrog kvaliteta vode u rijeci Kraštica na mjestu uzorkovanja 3.

Mjesto uzorkovanja L4 – Gnjlili Potok

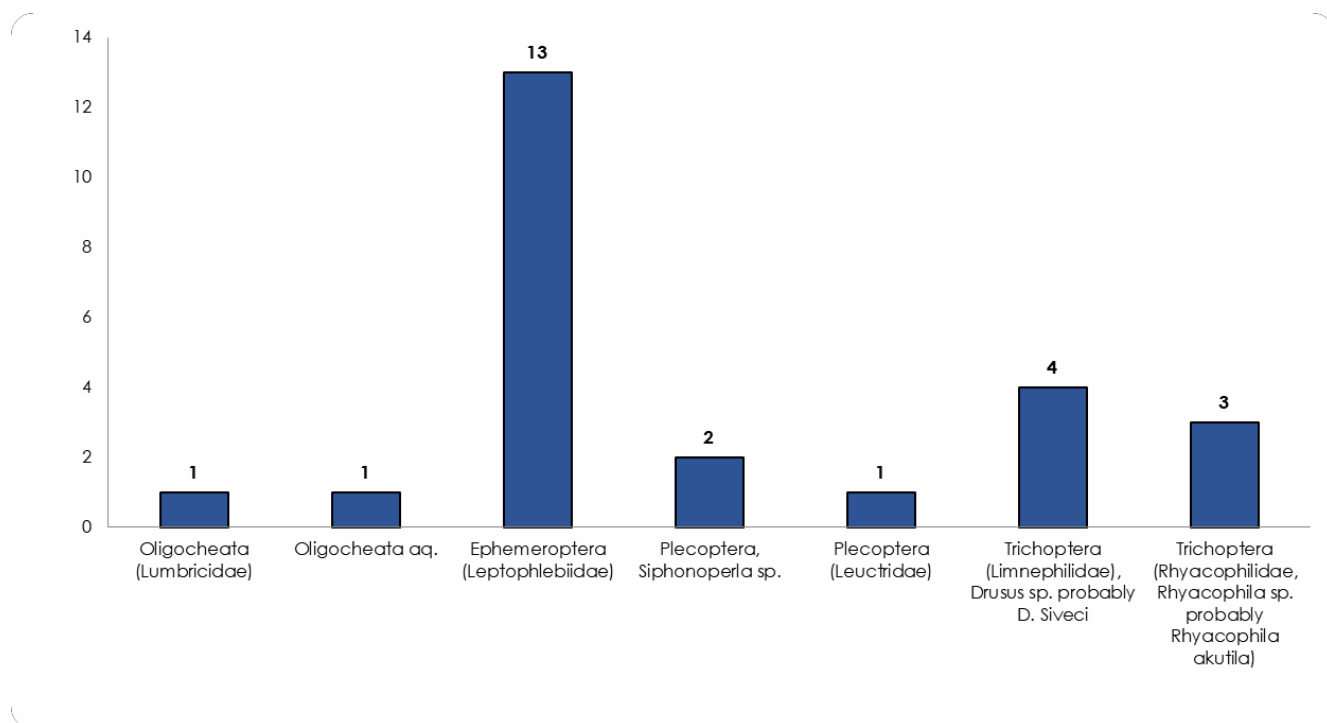
Zbog karakteristika mjesta uzorkovanja, nije bil izvodljiva kvantitativna analiza uz pomoć Surber mreže, tako da je uzorkovanje izvršeno pomoću ručne mreže.

Na istraživanom lokalitetu, dominirali su predstavnici zupčastih majske cvjetova (Leptophlebiidae). Drusinae larvae, vjerovatno od vrste *Drusus siveci*, također su bile prisutne u uzorku. *Drusus siveci* Malicky, 1981, rijetka balkanska endemska vrsta, prvobitno je opisana iz jednog primjerka sakupljenog u Gnjlilom Potoku 1981 (Malicky, 1981. Ova vrsta je kritično ugrožena i naseljava područja potoka i gornjih tokova planinskih potoka, gdje Gnjlili Potok služi kao njen locus typicus.

Pored toga, nađene su larve *Siphonoperla torrentium*. Ova vrsta kamenki, koja pripada porodici Chloroperlidae, obično se nalazi u malim potocima. Još jedna rijetka vrsta koja se može naći u Gnjlilom Potoku je *Drusus krusniki* Malicky, 1981, endemska za Zapadni Balkan, koja naseljava jugozapadne djelove Dinarskih Alpa u Crnoj Gori i na Kosovu i Prokletije u Albaniji (Oláh 2010).

Tabela 9. Kvalitativni sastav makrobeskičmenjaka na lokalitetu Gnjlili Potok -L4 (oktobar 2024)

Takson	jedinka
Oligocheata (Lumbricidae)	1
Oligocheata aq.	1
Ephemeroptera (Leptophlebiidae)	13
Plecoptera, <i>Siphonoperla</i> sp.	2
Plecoptera (Leuctridae)	1
Trichoptera (Limnephilidae), <i>Drusus</i> sp. vjerovatno <i>D. siveci</i>	4
Trichoptera (Rhyacophilidae, <i>Rhyacophila</i> sp. vjerovatno <i>Rhyacophila akutila</i>)	3
EPT %	88%
%Hironomidi	0%

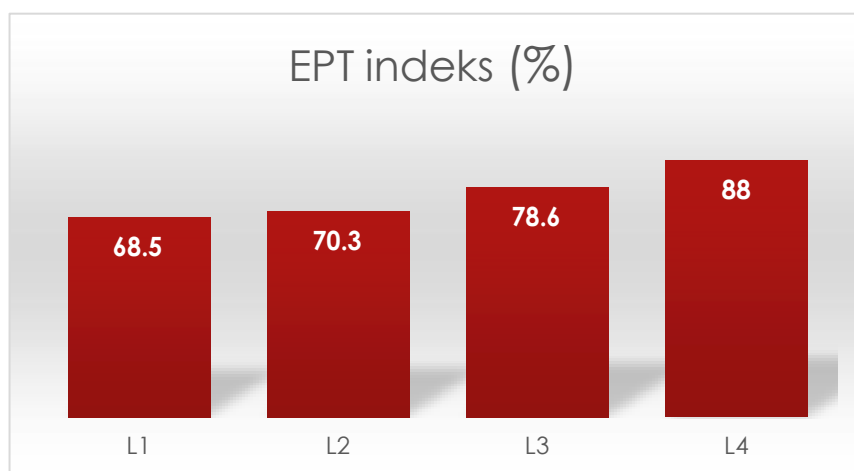


Slika 5. Kvantitativni sastav makrobeskičmenjaka na lokalitetu Gnji Potok -L4 (jedinki) (oktobar 2024)

Zbog karakteristika mjesta uzorkovanja, nije bilo moguće izvršiti kvantitativnu analizu uz pomoć Surber mreže, te je uzorkovanje izvršeno uz pomoć ručne mreže.

Tabela 10. Razmjere Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera (%EPT), Hironomidi (%C), i odnos Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera i Hironomidi (EPT/C) na mjestima uzorkovanja

	Kraštica L1	Kraštica L2	Kraštica L3	Gnji Potok L4
% EPT	68.5	70.3	78.6	88
% Hironomidi	6.8	3.1	2.7	0
Odnos EPT/Hironomidi	10.07	22.6	49,74	-



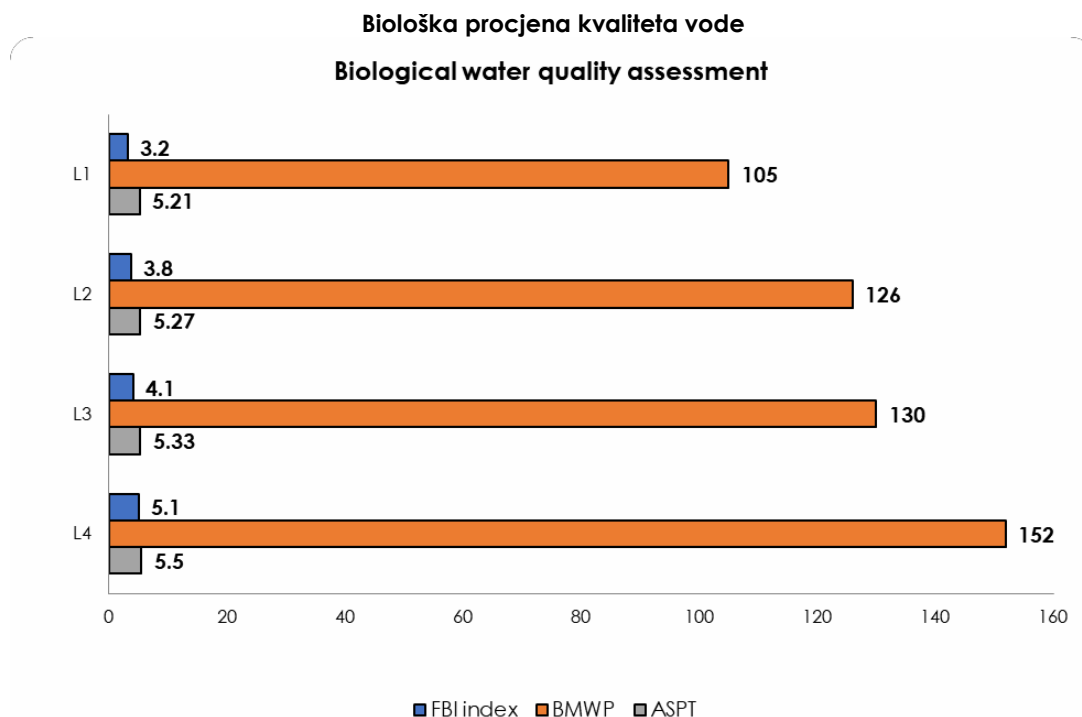
Slika 6. Vrijednosti EPT indeksa (%) na istraživanim mjestima uzorkovanja

EPT indeks sa vrijednošću od 68,5-88,00 ukazao je na veoma dobro stanje bentičke zajednice na ovim mjestima uzorkovanja. Niži broj Hironomida u uzorku (0-6,8%), kao i EPT/C odnos (10,07-49,74) ukazuje na bentičku zajednicu koja je u dobrom biotičkom stanju.

Tabela 11. Vrijednosti FBI, ASPT i BMWP Indeksa na istraživanim mjestima uzorkovanja

	L1	L2	L3	L4
FBI indeks	3,2	3,8	4,1	5,1
BMWP	105,00	126,00	130,00	152,00
ASPT	5,21	5,27	5,33	5,5

Vrijednosti FBI indeksa (od 3,2 -5,1) ukazuju na veoma dobar kvalitet vode sa mogućim blagim organskim zagađenjem, na L1 mjestu uzorkovanja. Vrijednosti ASPT indeksa (5,21-5,5) ukazale su na odličan kvalitet vode, što je potvrdila BMWP (105-152) čija vrijednost ukazuje na veoma čistu vodu (Tabela 11).



Slika 7. Vrijednosti FBI, BMWP i ASPT indeksa na mjestima uzorkovanja

V PROCJENA STATUSA ZAŠTITE VRSTA

U uzorku iz Gnjllog Potoka, nađene su larve *Drusus siveci*. *Drusus siveci* Malicky, 1981 rijetka je balkanska endemska vrsta opisana iz jednog primjerka sakupljenog iz Gnjllog Potoka 1981. Još jedna rijetka vrsta originalno opisana sa istog lokaliteta je *Drusus krusniki*. Obje vrste su stanovnici područja potoka i gornjih tokova planinskih potoka. Ove dvije endemske vrste su kritično ugrožene, a Gnjlili Potok predstavlja njihov *locus typicus*. Zaštita Gnjllog Potoka koji predstavlja *locus typicus* za dvije vrste roda *Drusus*, zahtijeva posebnu njegu, te se u tom smislu veoma preporučuje talno praćenje tokom procesa izgradnje. *Siphonoperla torrentium* larve su također nađene u materijalu. Ova vrsta kamenki pripada porodici Chloroperlidae, i može se naći u malim potocima.

VI UTICAJI IZGRADNJE AUTOPUTA NA STANIŠTA I VRSTE I MJERE UBLAŽAVANJA

Moglo bi biti značajnog uticaja na faunu kada se trasa autoputa bude gradila u neposrednoj blizini rječnih korita, naročito kada se direktne građevinske aktivnosti budu odvijale na obalama rijeka, poput njihove stabilizacije kako bi se spriječilo urušavanje ili armirajući ih radi stabilnosti autoputa. Ove građevinske aktivnost i iskopi mijenjaju prirodno stanište i izgled rječnih obala, i mogu da promijene morfologiju rječnog korita. Kao posljedica toga, ove aktivnosti mogu direktno dovesti do degradacije staništa i potencijalnog gubitka staništa za rječne organizme. Uticaj na vodena staništa i ekoton (prelazna zona između kopna i vode) pogađa cjelokupan rječni eko sistem, a kod beskičmenjaka dovodi do smanjenja biodiverziteta. Pored ovih direktnih izmjena staništa, građevinski radovi mogu takođe da uvedu druge prelazne promjene kvaliteta vode, poput povećane mutnoće, zagađenja i vibracija tokom izvođenja projekta.

6.1 Uticaji i mjere ublažavanja tokom faze izgradnje

Očekivani uticaj iskopavanja

Građevinski radovi mogu značajno da izmijene vodeni režim, što za uzvrat utiče na eko sistem na nekoliko indirektnih načina, poput gubitka staništa, poteškoća u pronalaženju skloništa i promjena fizičkih i hemijskih karakteristika, uključujući temperaturne oscilacije, promjene u režimima gasa, pH i više.

Aktivnosti iskopavanja blizu vodenih tijela mogu takođe dovesti do slučajnog izlivanja štetnih supstanci, poput naftnih derivata, u životnu sredinu. U većim količinama, ove supstance mogu da prouzrokuju smrt svih organizama u pogođenom području.

Još jedan potencijalno negativan uticaj na gradilišta je uvođenje velike količine betonskih čestica u rječni sistem. Prisustvo ovih malih suspendovanih čestica može da prouzrokuje njihovo taloženje u dubljim slojevima pijeska i šljunka, dovodeći do formiranja čvrstih konglomerata koji usporavaju razvijanje hiporeičke zone (stigoritron), gdje organizmi žive u podlozi pijeska i šljunka.

Dobro je poznato da je za hiporeičku međuprostornu zonu, sastav čestica pijeska daleko važniji od hemijskog sastava vode. Prema tome, smetnje u strukturi podloge mogu značajno da izmijene strukturu biocenoze. Ove čestice mogu da dovedu do kompletnog zatvaranja nižih slojeva podloge (betoniranja) i/ili cirkulacije kiseonika, što ometa razvoj živih organizama.

Pored uticaja na vodenu sredinu, okolno zemljište i beskičmenjaci mogu takođe biti pogođeni promjenama neposredne okoline zbog građevinskih aktivnosti. Raščišćavanje većih šumskih područja smanjuje sposobnost terena da upija vodu, što dovodi do površinskog oticanja. U kišnim periodima, ovo može da izazove povećanje brzine protoka vode, destabilišući obale i promovišući eroziju. Ove promjene mogu da izmijene hidrologiju vodotoka, morfologiju riječnog kanala, nivoa nivoa suspendovanog sedimenta i hemijskih i bioloških svojstava vode. Kao rezultat toga, ovo može direktno i indirektno da utiče na različite vrste, uključujući ribe, eliminisanjem kritičnih staništa i uticajima na druge organizme. Povećano oticanje sa okolnog terena i značajno oticanje sedimenta sa puta može dovesti do bujica koje, kao i suspendovana materija prouzrokovana građevinskim radovima, ima efekat erozije na podlogu i žive organizme.

Mjere ublažavanja

Da bi se spriječili i smanjili štetni uticaji tokom izgradnje, od ključne je važnosti sprovesti sve predložene mjere sa ciljem sprječavanja erozije na područjima iskopa, kao i curenje nafte i masti iz građevinskih mašina.

Promjene u fizičkim hemijskim karakteristikama vode – pod uslovom da organizacija gradilišta i procedure rada poštuju smjernice za zaštitu životne sredine navedene u projektnoj dokumentaciji—trebalo bi da prouzrokuju samo slučajno zagađenje od prosipanja štetnih supstanci. Prema tome, neophodan je kontrolisani pristup mašina vodotokovima i drugim površinskim vodama.

Strogo je zabranjeno odlagati višak iskopanog materijala u koritima potoka, rijeka, riječnih obala ili na poljoprivrednom zemljištu.

6.2 Uticaji i mjere ublažavanja tokom faze rada

Očekivani uticaj zagađivača/hemikalija

Tokom građevinskih aktivnosti duž trase autoputa, različite radnje mogu potencijalno da naškode režimu tok i kvalitetu površinske vode. Najveće potencijalne prijetnje obuhvataju:

- **Građevinski radovi** (poput miniranja, dubokog iskopa, uklanjanja površinskog sloja, itd.), što može da omete kanale za prirodno popunjavanje vode i kreira nova slivna područja uklanjanjem površinskih slojeva.
- **Građevinske mašine**, što predstavlja potencijalni rizik za prosipanje ili slučajno ispuštanje nafte i naftnih derivata, kao i nepropisno upravljanje otpadnim uljem, baterijama i sličnim materijalima.
- **Nekontrolisano odlaganje iskopanog materijala** i postavljanje lokacija za održavanje mašina blizu površinskih vodotokova.
- **Upotreba neprikladnih građevinskih materijala.**
- **Taloženje izduvnih gasova**, habanje guma, oštećenje od radova na karoseriji, curenje tereta i prosipanje.
- **Odlaganje organskog i neorganskog otpada**, uključujući atmosfersko taloženje nastalo vjtrinom ili nastalo od vozila koja prolaze.

Nekoliko štetnih supstanci često se nalazi u vodi koja otiče sa površine puta u koncentracijama koje prelaze najveće dozvoljene nivoe za ispuštanje u vodena tijela.

Ovi zagađivači prvenstveno uključuju komponente goriva kao što su hidrokarboni, organski i neorganski karbon, azotna jedinjenja (nitrati, nitriti i amonijak), i asortiman teških metala kao što su:

- olovo (iz aditiva goriva)
- kadmijum
- bakar
- cink
- živa
- nikl

Pored toga, čvrsta tijela sa promjenljivim strukturama i karakteristikama—poput supstanci koje se mogu taložiti, suspendovati i rastvarati, takođe su prisutna. Materijali za zaštitu od korozije takođe mogu da uvedu zagađivače, kao i **poliaromatične hidrokarbone** (PAHs), kao što su **benzo-e-piren** i **fluoranten**, koji su veoma kancerogene supstance koje nastaju iz nepotpunog sagorijevanja goriva i motornih ulja.

Da bi se utvrdilo prisustvo ovih zagađivača, može se pratiti asortiman makro pokazatelja, kao što su pH, električna provodljivost, suspendovane i sedimentne supstance, COD, BOD, masti i ulja, itd.

Mjere ublažavanja

Neprimjenjivanje zaštitnih mjera na blagovremen i odgovarajući način može rezultirati kontaminacijom vodenih i kopnenih staništa od prašine, zagađivača od građevinskih mašina i otpada iz radnih kampova. Ovi zagađivači imaju direktne i indirektne štetne uticaje na beskičmenjake, što dovodi do dugoročnih posleica po njihova staništa. Supstance poput teških metala i azotnih jedinjenja mogu da prouzrokuju direktnu izloženost smrtnosti, razvojne anomalije i povećane metabličke stope, što sve može dovesti do demografskih promjena sa negativnim uticajima na populacije.

Prema tome, ključno je sprovoditi redovno praćenje površinskih voda kako bi se procijenio uticaj izgradnje autoputa i njegovog rada i kako bi se očuvao kvalitet površinske vode u okviru projektnog koridora.

Zaštita Gnjilog potoka, koji predstavlja locus typicus za dvije endemske vrste roda *Drusus*, zahtijeva posebnu pažnju, te se u tom smislu veoma preporučuje stalno praćenje tokom cjelokupnog procesa izgradnje.

VII SUMARNI NALAZI

Broj zajednice beskičmenjaka u Kraštica potoku na lokalitetu 1 u oktobru 2024 iznosio je 803 jedinke/m². Na ovom lokalitetu, dominirali su predstavnici Trichoptera sa brojem od 231 jedinka/m², nakon koji su slijedili predstavnici Plecoptera sa brojem od 220 jedinki/m². Pored toga, postojao je značajan broj Ephemeroptera (99 jedinki/m²) i Hydrachnidia (69 jedinki/m²).

Na lokalitetu 2, broj makrobeskičmenjaka u rijeci Kraštica bio je 704 jedinke/m². Trichoptera je ponovo bila dominantna, sa 330 jedinki/m², nakon nje Plecoptera (121 jedinki/m²) i Hydrachnidia (99 jedinki/m²).

Na lokalitetu 3, broj zajednice makrobeskičmenjaka bio je značajno veći, 1,232 jedinke/m². Trichoptera je ponovo dominirala po količini, sa brojem od 671 jedinke/m². Plecoptera je takođe bila u velikom broju (187 jedinke/m²), kao i Hydrachnidia (110 jedinki/m²).

Na lokalitetu 4, predstavnici zupčastih majskih cvjetova (Leptophlebiidae) bili su dominantni. Uzorak je takođe sadržao Drusinae larve, vjerovatno od vrste *Drusus siveci*, rijetke balkanske endemske vrste koja je opisana iz jednog uzorka prikupljenog sa Gnjilog Potoka 1981 godine. Ova vrsta je kritično ugrožena, a Gnjili Potok predstavlja njen locus typicus. Siphonoperla torrentium larve takođe su se nalazile u uzorku.

Rezultat %Hironomidi metrike bio je nizak na svim istraživanim lokacijama, ukazujući da ne postoji organsko zagađenje na ovim lokalitetima. S druge strane, %EPT metričkog rezultata bio je relativno visok, ukazujući na dobar kvalitet vode na svim proučavanim lokacijama i generalno na zdrave bentičke zajednice.

Metrika korišćena za brzu procjenu kvaliteta vode, kao što su FBI, BMWP, i ASPT, koje se zasnivaju na sastavu i broju bentičke zajednice, ukazale su na visok kvalitet vode na svim istraživanim lokacijama.

Građevinski radovi blizu vodenih tijela mogu da dovedu do slučajnih dešavanja, kao što su prosipanje štetnih hemijskih supstanci u životnu sredinu, npr. naftnih derivata. Ove supstance, u velikim količinama, mogu da prouzrokuju smrt organizama u pogođenim područjima.

Jedan potencijalno negativan uticaj na gradilištima je uvođenje velikih količina betonskih čestica u riječni sistem. Prema tome, neophodno je sprovesti praćenje površinskih voda kako bi se procijenio uticaj izgradnje autoputa i njegovog rada, kao i da bi se sačuvao kvalitet površinske vode na koridoru.

VIII KLJUČNI ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata predstavljenih u ovoj studiji, može se izvući nekoliko zaključaka vezano za vrijednost raznolikosti pojedinačnih grupa makrobeskičmenjaka, kao i ukupnih zajednica koje formiraju u okviru hidroloških odlika duž podužnog presjeka:

- Klasa insekata je najraznovrsnija grupa širom istraživanih lokacija i zastupa je najveći broj porodica. Kao što je očekivano, s obzirom na prirodu lokacija studije, EPT taksoni (Ephemeroptera, Plecoptera, i Trichoptera) dominirali su svakom lokacijom. EPT taksoni su naročito dominantni, što je karakteristika planinskih potoka, kao što su vodotokovi istraživani u ovoj studiji.
- Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera, i Hydrachnidia su posmatrani u svim lokacijama duž presjeka. Ove grupe doprinose na kvalitativan i kvantitativan način zajednicama makrobeskičmenjaka na lokacijama studije.
- Rezultati %EPT metrike dosljedno su bili visoki na svim lokacijama, ukazujući na dobar kvalitet vode i generalno zdrave bentičke zajednice.
- Rezultat %Hironomidi metrike bio je nizak na svakoj lokaciji, što je ukazivalo na odsustvo organskog zagađenja na istraživanim oblastima.

- Lokacije 1 i 2 pokazale su najveće bogatstvo u smislu kvantiteta i raznolikosti zajednice vodenih makrobeskičmenjaka.
- Relativno visoka proporcija Plecoptera, Trichoptera, i Ephemeroptera taksona na lokacijama studije ukazale su na važan izvor hrane za riblje zajednice u ovim hidrološkim odlikama.
- Relativno niže vrijednosti broja zajednica makrobeskičmenjaka na lokacijama može se pripisati periodu uzorkovanja (kraj oktobra) i povećanim nivoima vode na proučavanim vodotocima, od kojih su oba direktno uticala na broj zajednice makrobeskičmenjaka
- Rezultati jednokratnog snimanja ukazuju na to da sve uzorkovane lokacije na proučavanim vodotocima pokazuju dobar ekološki kvalitet.
- Vodeni beskičmenjaci igraju značajnu ulogu u održavanju ekološke ravnoteže ekosistema u kojem se nalaze. Oni služe kao ključan izvor hrane za druge organizme, dok u isto vrijeme regulišu populacije koje oni love. Takođe, oni su vrijedni pokazatelji zdravlja ekosistema. Podaci iz ove studije daju osnov za buduće praćenje kako bi se otkrile potencijalne promjene u ovoj zajednici zbog planiranih aktivnosti izgradnje autoputa.
- Kvartalno praćenje vodenih makrobeskičmenjaka treba sprovoditi godišnje kako bi se zabilježile sezonske varijacije. Ovaj pristup će obezbijediti sveobuhvatan pogled na raznolikost zajednica makrobeskičmenjaka u oblastima koja padaju pod direktan uticaj planirane izgradnje autoputa. Zaštita Gnjiлог Potoka, koji predstavlja locus typicus za dvije endemske vrste roda Drusus, zahtijeva posebnu pažnju, te se u tom smislu veoma preporučuje stalno praćenje cijelog procesa izgradnje.

IX MAPE I FOTO DOKUMENTACIJA

Fotografija 1-3. Fotografije odabranih predstavnika makrobeskičmenjaka sa proučavanih lokacija. Plecoptera larve. Originalne fotografije načinio V. Pešić



Fotografija 4. Fotografija odabranih predstavnika makrobeskičmenjaka sa proučavanih lokacija. Sa lijeva na desno: elmid bube, kaverna larve i larve zupčastog majskeg cvijeta. Originalnu fotografiju načinio V. Pešić





Fotografija 5. Fotografija mjesta uzorkovanja(Lokalitet 1)



Fotografija 6. Fotografija mjesta uzorkovanja(Lokalitet 2)



Fotografija 7. Fotografija mjesta uzorkovanja (Lokalitet 3)



Fotografija 8. Fotografija mjesta uzorkovanja(Lokalitet 4)

LITERATURA

- Malicky H. (1981) Weiteres Neues über Köcherfliegen aus dem Mediterrangebiet (Trichoptera) Entomofauna, 2, 335–355
- Oláh J. (2010) New species and new records of Palaearctic Trichoptera in the material of the Hungarian Natural History Museum. Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici. 2010;102:65–117
- Oláh J (2017) Trichoptera endemic in the Carpathian Basin and the adjacent areas. Folia Entomol Hung 78:111–255
- Pešić, V., Grabowski, M., Hadžiablahović, S., Marić, D., Paunović, M. (2020) The biodiversity and biogeographical characteristics of the River basins of Montenegro. In: Pešić V, Paunović M, Kostianoy A (eds) The rivers of Montenegro. The handbook of environmental chemistry. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2019_414
- Plafkin, J.L., M.T. Barbour, K.D. Porter, S.K. Gross, and R.M. Hughes. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C. EPA 440-4-89-001.
- Resh, V.H. and J.K. Jackson. 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. Pages 195-233 in D.M. Rosenberg and V.H. Resh (editors). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.